

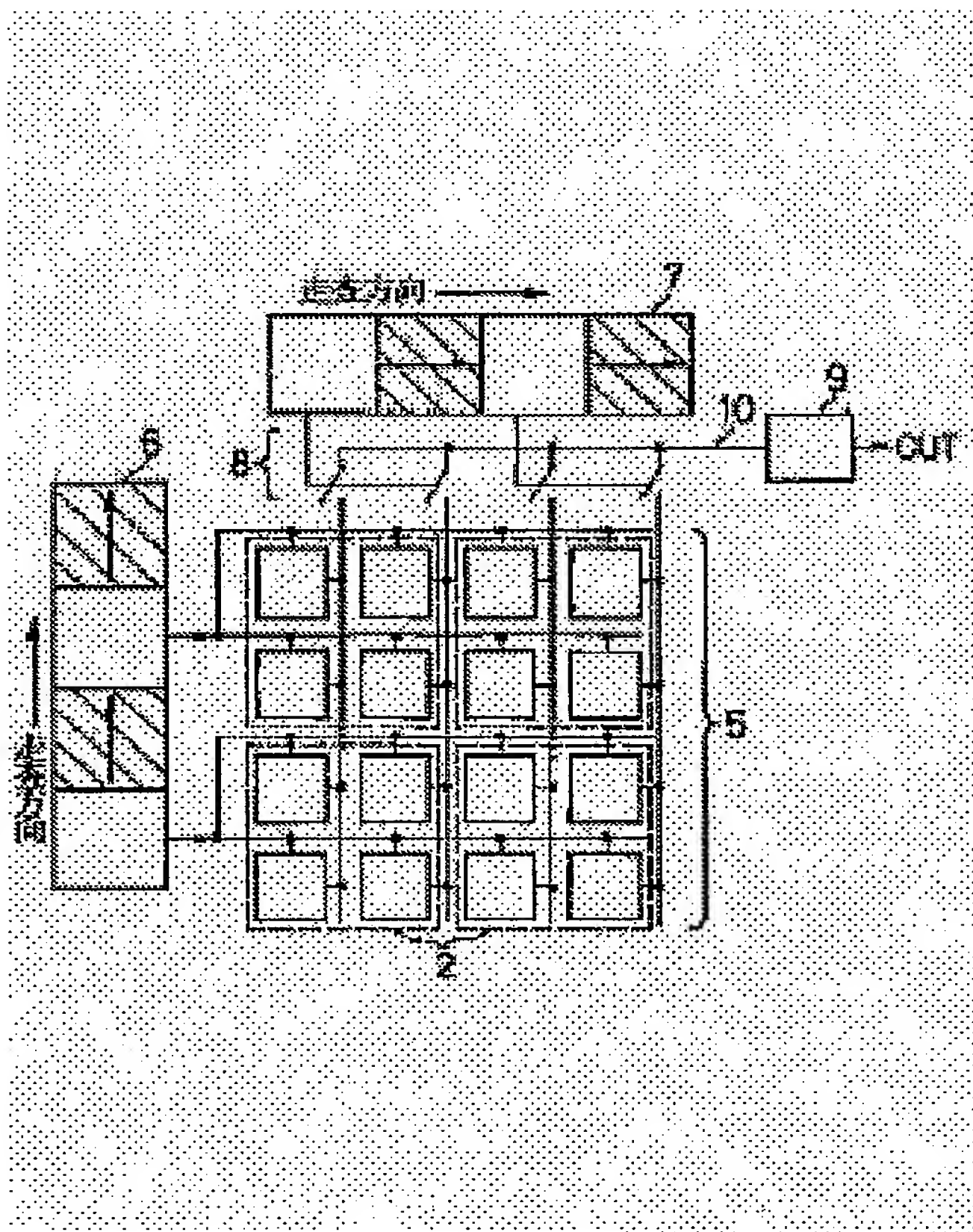
SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE AND MANUFACTURE OF THE SAME

Patent number: JP5095514
Publication date: 1993-04-16
Inventor: IMAI MASAHARU; SAKURAI JUNZO
Applicant: OLYMPUS OPTICAL CO
Classification:
- international: H01L27/146; H04N5/335; H01L27/146; H04N5/335;
(IPC1-7): H01L27/146; H04N5/335
- european:
Application number: JP19910280320 19911002
Priority number(s): JP19910280320 19911002

Report a data error here

Abstract of JP5095514

PURPOSE: To increase a signal current as the pixel area is increased even when the pixel area for improving the dynamic range is increased by constituting a unit composite picture element consisting of a plural charge modulation device (CMD) picture elements in a reading unit. **CONSTITUTION:** A unit composite picture element 2 is constituted of picture elements composed of the CMD in a vertical or horizontal direction or pixel arrays arranged in the vertical or horizontal direction. The solid-state image pickup device is composed of a composite pixel array with the unit composite picture element 2 aligned in the vertical and horizontal direction, a vertical scanning circuit 6 successively selecting and reading the composite pixel array, a horizontal scanning circuit 7, and a horizontal selection switch 8. In the CMD picture element, each dimension of the picture element is decided in proportion to the pixel dimension. Even when the pixel dimension is reduced, the ratio of the effective light receiving area in the pixel dimension, that is, numerical aperture is not changed remarkably. Accordingly, the normally predicted reduction of the numerical aperture can be prevented in the case of comprising the unit composite picture element by connecting a plural fine picture elements.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-95514

(43)公開日 平成5年(1993)4月16日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 4 N 5/335

H 0 1 L 27/146

識別記号

E 8838-5C

7210-4M

7210-4M

F I

H 0 1 L 27/ 14

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数4(全 7 頁)

(21)出願番号

特願平3-280320

(22)出願日

平成3年(1991)10月2日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 今井 正晴

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 桜井 順三

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

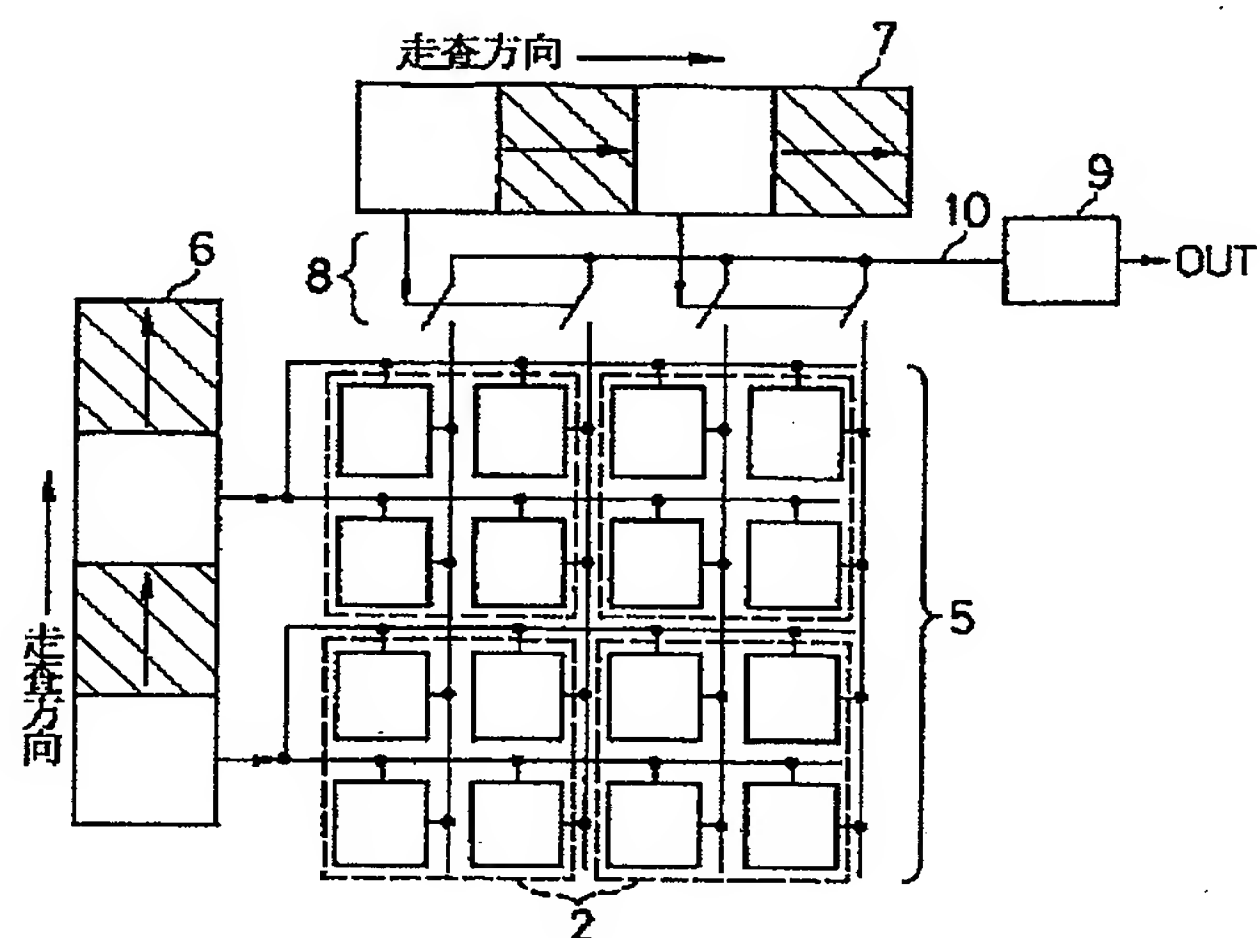
(74)代理人 弁理士 最上 健治

(54)【発明の名称】 固体撮像装置及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 ダイナミックレンジを向上させるため画素面積を大きくしても、信号電流を画素面積の増大に見合っ
て大にすることの可能なCMD画素を用いた固体撮像装
置及びその製造方法を提供する。

【構成】 CMDからなる画素1を垂直方向又は水平方
向あるいは垂直及び水平方向に複数個配列した画素アレ
イで単位複合画素2を構成し、この単位複合画素2を垂
直及び水平方向に複数個配列した複合画素アレイと、こ
の複合画素アレイを順次選択読み出しを行う垂直走査回
路6と水平走査回路7と水平選択スイッチ8とで固体撮
像装置を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電荷変調素子からなる画素を垂直方向又は水平方向あるいは垂直及び水平方向に複数個配列してなる画素アレイをもって単位複合画素を構成し、この単位複合画素を垂直及び水平方向に複数個配列した複合画素アレイと、この複合画素アレイを順次選択読み出しを行うための垂直選択回路と水平選択回路とを備えた固体撮像装置。

【請求項2】 前記複合画素アレイの垂直方向の奇数行の単位複合画素列と偶数行の単位複合画素列とが、単位複合画素の半ピッチずれるように配置されていることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項3】 電荷変調素子からなる画素を垂直方向又は水平方向あるいは垂直及び水平方向に複数個配列してなる画素アレイをもって単位複合画素を構成し、この単位複合画素を垂直及び水平方向に複数個配列した複合画素アレイを備えた固体撮像装置の製造方法において、電荷変調素子からなる画素を垂直及び水平方向に複数個配列してなる画素アレイに対して、該画素アレイの画素ピッチに対応して垂直選択回路及び水平選択回路を配列した基本パターンを作成し、画素アレイと垂直選択回路及び水平選択回路との間の相互配線、及び垂直選択回路内及び水平選択回路内の各走査出力段間の相互配線を、前記複合画素アレイを形成するように配線層を変えて行うことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項4】 電荷変調素子からなる画素を垂直方向又は水平方向あるいは垂直及び水平方向に複数個配列してなる画素アレイをもって単位複合画素を構成し、この単位複合画素を垂直及び水平方向に複数個配列した複合画素アレイであって、垂直方向の奇数行の単位複合画素列と偶数行の単位複合画素列とが単位複合画素の半ピッチずれるように配置した複合画素アレイを備えた固体撮像装置の製造方法において、電荷変調素子からなる画素を垂直及び水平方向に複数個配列してなる画素アレイに対して、該画素アレイの画素ピッチに対応して垂直選択回路及び水平選択回路を配列した基本パターンを作成し、画素アレイと垂直選択回路及び水平選択回路との間の相互配線、及び垂直選択回路内及び水平選択回路内の各走査出力段間の相互配線を、前記複合画素アレイを形成するように配線層を変えて行うことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、光生成電荷の蓄積によるゲート電極下の表面電位変化でチャネル電流を制御する内部増幅型電荷変調素子（Charge Modulation Device, 以下CMDと略称する）を光電変換素子として用いた固体撮像装置に関し、特に様々な画素ピッチに対応させて複数個の画素を単位複合画素とした固体撮像装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、固体撮像装置は半導体加工技術の進歩によって技術革新が目ざましく、特に画素寸法の縮小化は急速に進んでいる。画素寸法縮小の代表例として、カムコーダー用の固体撮像装置の受光エリアが、これまでの2/3インチ光学系から1/2インチ系、あるいは更に1/3インチ系へと小さくなっていることが挙げられる。この場合、撮像性能はノイズ低減やマイクロレンズを用いた開口率アップ等の付加技術により従来品レベルを維持し、且つ素子寸法を小さくしたことによる収量増加、歩留り向上によって、低価格化が可能となり、画素縮小化が固体撮像装置の市場拡大の原動力ともなっている。

【0003】 一方、民生品向けの小型化、低価格化の要請とは別に、撮像性能を第一優先とする産業用のニーズも厳然として存在し、こうした用途では一般に感度やダイナミックレンジなどが重視される。感度やダイナミックレンジに関する性能を落とさないためには、画素寸法は大きい方が有利であり、したがって性能を優先させる用途向けの、より大きい画素を用いた固体撮像装置の開発は、今後も続けられて行くものと予想される。

【0004】 しかしこうした撮像性能重視の用途に対して、実際に開発されている固体撮像素子はMOS型イメージャーが多く、CCD型イメージャーが用いられる例は少ない。その理由はCCDの場合、大面積画素により転送ピッチが増加し、それによる転送効率の低下への配慮が必要となるなど、素子設計上、狭ピッチのCCD設計とは違った難しさがあるため、開発費が高くなってしまいうことに依る。

【0005】 これに対し、MOS型イメージャーの場合には、画素の開口部面積比率が大きくなった分だけ、画素信号電荷が増加するだけで、素子設計上の難しさなどの不利な要素は少ない。しかしながらMOS型イメージャーにおいては、ある程度以上の駆動速度で動作させようとすると、信号読み出しライン上の信号電荷の充放電動作が動作周期内で完了しないため、解像度の低下をもたらす、利用範囲が限定されるという問題がある。

【0006】 このようなMOS型、CCD型イメージャーに対して、本件発明者等は、画素内部に信号電荷増幅機構を備えた内部増幅型撮像素子の開発を行ってきている。特にCMDイメージャーは素子構造の単純さにより、画素寸法の縮小化を急速に進めてきており、CCD型イメージャーのチップ小型化の開発ペースに今後ともほぼ追随していけるものと予想されている。また上述したMOS型イメージャーの高速動作時の性能低下は、CMDイメージャーにおいてはかなり小さく抑えられる。それは、CMD画素が信号線に沿って信号電流を能動的に駆動し、出力回路は電流検出回路を用いているため、高速信号検出に適した読み出し方式を採用していることに依る。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、CMDイメージャーは、画素寸法の微細化及び高速動作時の撮像性能に優れるなどの特徴を有しながら、上述した撮像性能重視の大面積画素撮像素子として活用されてこなかった。その第1の理由は、CMD画素においては画素寸法を大きくしても、一般にそれに見合って信号電流が大きくなり、したがって画素寸法を大きくしただけのメリットが得られないということである。

【0008】次にこの点について詳細に説明する。CMD画素の信号電流は、リング状のゲート電極の放射方向ゲート長 L と周囲長方向ゲート幅 W を用いて、ほぼ W/L に比例して決まる。一方、画素のダイナミックレンジは蓄積飽和電荷量と暗電荷実効値との比で与えられるが、このダイナミックレンジを大きくするための実効的解決手段は、蓄積飽和電荷量を出来る限り大きくすることにある。その方法としては、CMD画素のゲート電極面積を大きくするか、ゲート電極下の絶縁膜を薄くするか、どちらかである。絶縁膜を薄くする方法は、CMD画素の暗電荷を増加させる効果があるため、最終的にはゲート電極面積を大きくする方法に限られる。CMD画素のリング状ゲート電極において、ゲート電極面積を大きくするには、リング外径は画素境界で制限されるため、リング状ゲートの内径を小さくすることに集約される。

【0009】ところが、画素の信号電流の面からみると、ダイナミックレンジを大きくするためリング状ゲート電極の内径を小さくすると、CMD実効ゲート長が増加し、それにより信号電流が低下（感度以下）するため、ダイナミックレンジの向上と信号電流の増加が両立しないという事情があった。

【0010】本発明は、従来のCMD画素を用いた固体撮像装置における上記問題点を解消するためになされたもので、ダイナミックレンジを向上させるため画素面積を大きくしても、画素信号電流を画素面積の増大に見合っ大にすることの可能なCMD画素を用いた固体撮像装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段及び作用】上記問題点を解決するため、本発明は、CMDからなる画素を垂直方向又は水平方向あるいは垂直及び水平方向に複数個配列してなる画素アレイをもって単位複合画素を構成し、この単位複合画素を垂直及び水平方向に複数個配列した複合画素アレイと、この複合画素アレイを順次選択読み出しを行うための垂直選択回路と水平選択回路とで固体撮像装置を構成するものである。

【0012】CMD画素においては、画素の各部の寸法は画素寸法にほぼ比例して決められており、画素寸法が小さくなっても画素面積に占める有効受光面積（CMD画素においてはゲート電極面積）の比率、すなわち開口

率の大きな変化はない。そのため微小画素を複数個接続して単位複合画素を構成した場合に通常予想される開口率の低下は免れる。したがって、微小画素を複数個配列して単位複合画素を構成することにより、画素寸法を大にしたのに見合っダイナミックレンジ（飽和蓄積電荷量）及び信号電流を増加させることが可能となる。

【0013】また本発明の固体撮像装置の製造方法は、CMDからなる画素を垂直方向又は水平方向あるいは垂直及び水平方向に複数個配列してなる画素アレイをもって単位複合画素を構成し、この単位複合画素を垂直及び水平方向に複数個配列した複合画素アレイを備えた固体撮像装置の製造方法において、CMDからなる画素を垂直及び水平方向に複数個配列してなる画素アレイに対して、該画素アレイの画素ピッチに対応して垂直選択回路及び水平選択回路を配列した基本パターンを作成し、画素アレイと垂直選択回路及び水平選択回路との間の相互配線、及び垂直選択回路内及び水平選択回路内の各走査出力段間の相互配線を、前記複合画素アレイを形成するように配線層を変えて行って製造するものである。

【0014】このようにして製造することにより、製造途中までは同一の製作工程で作られた半導体ウェーハに対して、相互配線を行う配線層を取り換えるだけで、通常の一画素を単位画素とするものも含め複数種類の単位複合画素を有するCMD固体撮像装置を併行して製作することができ、多品種少量生産に適した製造法を実現することができる。

【0015】

【実施例】次に実施例について説明する。まず本発明に係る固体撮像装置における単位複合画素の基本構成について説明する。図1にCMD微小画素（ $3 \sim 10 \mu m \square$ ）1を 2×2 のマトリクス状に配列したものを単位複合画素2として構成したものを示す。横方向に配列された微小画素1の各ゲートは共通に接続されており、そしてそれぞれ画素選択線3-1、3-2に接続され、該画素選択線3-1、3-2は選択線駆動用の垂直走査回路によって、共通に選択されるように構成される。また縦方向に配列された微小画素1の各ソースに共通の垂直信号線4-1、4-2がそれぞれ接続され、そしてこの垂直信号線4-1、4-2から出力ビデオラインへの信号読み出しを行うための水平選択スイッチが共通に選択されるように、水平走査回路を構成し、単位複合画素2が単一画素と同じく扱えるようにする。

【0016】あるいはまた、画素選択線3-1、3-2及び垂直信号線4-1、4-2を単位複合画素2の内部で共通接続するか、あるいは複合画素アレイ部と垂直走査回路及び水平選択スイッチの中間部で共通接続を行い、単一画素として扱えるようにすることもできる。

【0017】次に、CMD微小画素を 2×2 個配列して単位複合画素を構成した方が、画素サイズを2倍とした単一の画素に比べて性能上優れている点について説明す

る。図2の(A)は、画素ピッチLのCMD微小画素の平面形状を示し、画素ピッチLに対する各部の概略寸法を示している。この概略寸法を用いて、CMD微小画素の有効受光面積、すなわち開口率を求める。八角形のゲ

$$A_1 = \pi [(0.4L)^2 - (0.2L)^2] - 2 \times (0.1L) \times (0.2L) \\ = (0.12\pi - 0.04) \cdot L^2 \approx 0.337L^2$$

【0018】画素ピッチLの微小画素を2×2個配列した単位複合画素においても、画素の開口率は上記値と同じである。またこの単位複合画素から得られる信号電流は、微小画素の信号電流の単純に4倍となる。

【0019】一方、この複合画素と同じピッチ2Lの画素を大きなリング状のゲート電極を有する単一のCMD

$$A_4 = \pi [(0.8L)^2 - (0.6L)^2] - 2 \times (0.1L) \times (0.2L) \\ = (0.28\pi - 0.04) \cdot L^2 \approx 0.840L^2$$

となって、微小画素の開口部面積A₁の約2.5倍にとどまり、信号電流値及び画素の開口率のいずれにおいても微小画素を2×2個配列した単位複合画素に比べて小さく、著しく不利である。

【0020】次に図1に示した単位複合画素2を2行2列に配列して構成した本発明に係る固体撮像装置の実施例を図3に基づいて説明する。2行2列の複合画素アレイ部5に対し、垂直走査回路6、水平走査回路7、水平選択スイッチ8、出力回路9、出力ビデオライン10を備えている。この実施例においては、垂直走査回路6の1つの出力段に2つの微小画素選択線を共通接続し、微小画素垂直信号線にはそれぞれ水平選択スイッチ8を設け、水平走査回路7の1つの走査出力段で2つの水平選択スイッチを選ぶように構成している。勿論、上記のように構成する代わりに、同一単位複合画素列に属する微小画素に対応した垂直信号線をアレイ部の外で共通接続し、1つの水平選択スイッチを介して出力ビデオライン10につなげるように構成することも可能である。

【0021】なお、垂直走査回路6及び水平走査回路7において、走査出力段の途中の斜線部と矢印は、もともとは走査出力段の回路配線パターンが配置されている領域を金属配線等で飛び越して、次の走査出力段に配線し、走査パルス信号の受け渡しをすることを示している。

【0022】次に単位複合画素を用いて構成する固体撮像装置の製造方法について説明する。まず予め微小画素を単位画素とした垂直走査回路、水平走査回路及び水平選択スイッチを備えたCMD固体撮像装置の基本パターン上に、垂直方向及び水平方向に2画素ずつ2×2個の微小画素を配列した複合画素を単位画素とするような垂直走査回路、水平走査回路及び水平選択スイッチの各配線を行って構成するCMD固体撮像装置の製造方法を、図3及び図4を用いて説明する。

【0023】図4に示すように、まず微小画素1をマトリクス状に配列したアレイ部11に対して、垂直走査回路6、水平走査回路7、水平選択スイッチ8、出力回路

ート電極の形状を円形で近似し、半透明のポリシリコンゲート電極上を垂直信号線が横切る部分(斜線部)を不感領域として差し引くと、開口部面積A₁は次のように表される。

画素で構成しようとする、リングの半径が2倍になり、ゲート電極のチャネル長を微小画素と同じ寸法(0.2L)にすれば、ピッチ2LとしたCMD画素のW/Lは微小画素のW/Lの2倍程度にすぎず、他方、飽和蓄積電荷量を決めるゲート電極面積A₄は、ゲート電極リングの内径が、0.8L-0.2L=0.6Lとなるので、

9, 出力ビデオライン10の各部の基本パターンを、微小画素の画素ピッチに合わせて配置しておく(点線で示す配線部は除く)。次に、このような基本パターンを用いて微小画素2×2個の配列で1つの単位複合画素を構成する場合について説明する。

【0024】通常の微小画素を単位画素とする固体撮像装置においては、図4に示す点線で示すように配線を施すが、微小画素2×2個配列して単位複合画素を構成する場合には、図3に示したように、垂直選択線及び水平選択スイッチの制御端子は共に2本毎共通接続して、垂直及び水平走査回路の各1つの走査出力段に接続する。この際、各走査回路の各走査出力段をつなぐ配線は、斜線部の走査出力段を飛び越すように矢印に示すような配線を行う。

【0025】以上のような大きな画素面積をもつ単位複合画素を構成する方法を用いることにより、微小画素用のIC製作マスクパターンの一部配線層マスクを差し換えるだけで、垂直方向及び水平方向共に微小画素の整数倍の画素ピッチのCMD固体撮像装置を容易に構成することができ、通常大量生産されることが少ない大面積画素CMD固体撮像装置に適した製法法といえることができる。

【0026】また一部配線層マスクの変更だけで異なる画素ピッチの複合画素をもつ固体撮像装置を容易に実現することができる。すなわち、画素ピッチに関してセミカスタムイメージャーを実現することができる。また固体撮像装置の水平解像度だけを落とさず単位複合画素を実現するには、水平方向は1個の微小画素で構成し、垂直方向のみ複数個の微小画素で構成すればよい。逆に垂直解像度のよいものを得る場合には、垂直方向は1個の微小画素で構成し水平方向のみ複数個の微小画素で構成すればよい。その他、垂直及び水平の各方向の画素ピッチに関して様々な組み合わせが考えられる。

【0027】水平方向の微小画素個数が偶数個であるような単位複合画素を用いたCMD固体撮像装置において、複合画素アレイ部の構成を、水平単位複合画素列毎

に水平方向に単位複合画素の半ピッチ分ずらすようにし、複合画素アレイ部の微小画素数に応じた複数個の水平選択スイッチ群の組み合わせを、水平選択切換回路を付加することによって、一水平単位複合画素列読み出し毎に半ピッチずれるように読み出すことにより、画素間補間読み出しを行うことができる。

【0028】図5は、 2×2 の単位複合画素を用いて画素間補間読み出しを行えるようにしたCMD固体撮像装置の構成例を示す図である。単位複合画素2は微小画素1を 2×2 の配列で構成している。そして水平単位複合画素列毎に単位複合画素の組み合わせが半ピッチずつずらして複合画素アレイ部12を構成しており、単位複合画素の組み合わせをずらした様子を破線で囲った単位複合画素の組み合わせとして示している。複合画素アレイ部12には、微小画素選択線を2本毎共通に接続して1つの走査出力段に接続する垂直走査回路6、微小画素垂直信号線毎に接続した水平選択スイッチ8 (S_1, S_2, \dots, S_6)、水平走査回路7、水平走査回路7の走査出力段の出力を水平選択スイッチ8に切換選択接続するための水平選択切換回路13、出力回路9、出力ビデオライン10及び遅延切換回路14がそれぞれ設けられている。

【0029】水平選択切換回路13の制御は次のように行われる。水平選択切換回路13の制御パルス ϕ_{v0} 、 ϕ_{ve} と、複合画素列駆動パルス V_1, V_2 との関係を図6のタイミング図に示す。複合画素列駆動パルス V_1 を活性化している期間は、制御パルス ϕ_{v0} を活性化しており、水平選択スイッチは S_1 と S_2, S_3 と S_4, S_5 と S_6 の組み合わせで、同時にオン状態にする。同じく駆動パルス V_2 を活性化している期間は、制御パルス ϕ_{ve} を活性化し、水平選択スイッチは S_2 と S_3, S_4 と S_5, \dots の組み合わせで同時オン状態にし、単位複合画素の読み出しを行う。

【0030】奇数行の複合画素列読み出しの場合の信号は、偶数行の複合画素列読み出しの場合の信号に比べ、イメージャー上の撮像位置として単位複合画素の半ピッチ分左側に寄っており、信号が得られるタイミングは単位複合画素の一水平走査周期分だけ先んじている。この水平走査周期の半分の時間分のずれを補正するために、奇数行の複合画素列読み出し時には、その時間分の遅延回路を通して出力されるように、遅延切換回路14によって調整を行う。

【0031】図5における垂直走査回路6及び水平走査回路7の斜線部は、図3に示した実施例における斜線部と同じで、微小画素ピッチに対応して配置した回路基本パターン上に、一つおきに走査出力段を飛び越すように配線層を配置することにより、画素ピッチ及び画素配置に関するセミカスタムイメージャー化を図ったものである。なお図5に示したものにおいて、微小画素ピッチで周辺回路を駆動する場合の水平選択切換回路は、制御パルス ϕ_{v0} に対応するスイッチのみ動作するように、そし

てこのスイッチが常時オンとなるように配線を行い、水平走査回路の各走査出力段に接続するように配線層を変えることで達成できる。

【0032】

【発明の効果】以上実施例に基づいて説明したように、本発明によれば、複数個のCMD画素からなる単位複合画素を読み出し単位に構成したので、CMD固体撮像装置の特長である優れた高速動作性と低スミア性に並びに優れた多画素化時動作特性を備え、ダイナミックレンジ及び信号電流の大なる大面積画素を備えたCMD固体撮像装置を実現することができる。

【0033】また本発明の製造方法によれば、製造途中までは同一の製作工程で作られた半導体ウェーハに対して、相互配線を行う配線層を取り換えるだけで、複数種類の単位複合画素を有するCMD固体撮像装置を併行して製作することができ、多品種少量生産に適した製造法を実現することができる。

【0034】またカラー像撮像に際して、複合画素の配列を単板又は2枚カラー化撮像時のカラーフィルター配列に一致させ、各対応する色成分を独立に信号読み出しを図ることによって、カラー撮像に適合した複合画素CMD固体撮像装置を実現することができる。特に複合画素の配列構成に自由度があるため、様々なカラーフィルター配列に対応した複合画素配列を比較的容易に実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る固体撮像装置の単位複合画素の構成例を示す平面図である。

【図2】CMD微小画素を 2×2 個配列した単位複合画素と、画素サイズを2倍とした単一画素との性能比較を説明するための図である。

【図3】本発明に係る固体撮像装置の一実施例を示す図である。

【図4】本発明に係る固体撮像装置の製造方法を説明するための図である。

【図5】本発明に係る固体撮像装置の他の実施例を示す図である。

【図6】図5に示す実施例の動作を説明するための制御信号のタイミング図である。

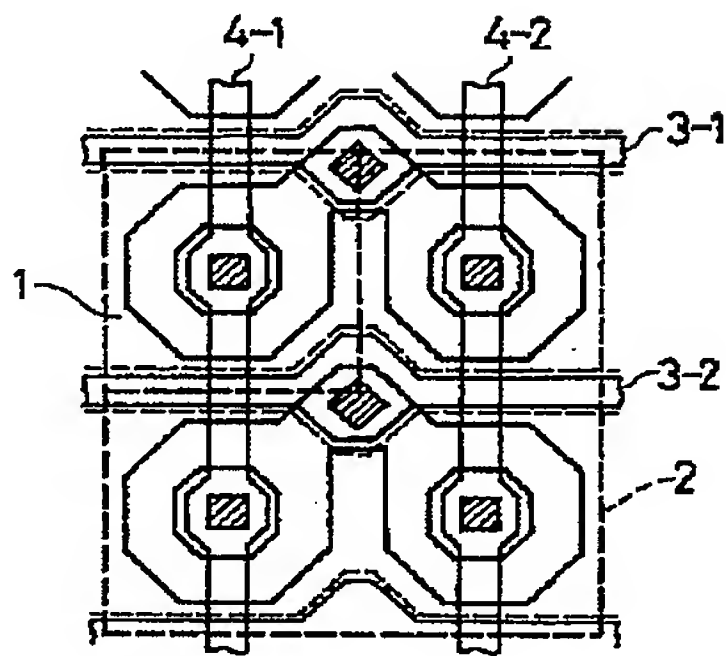
【符号の説明】

- 1 微小画素
- 2 単位複合画素
- 3-1, 3-2 画素選択線
- 4-1, 4-2 垂直信号線
- 5 複合画素アレイ
- 6 垂直走査回路
- 7 水平走査回路
- 8 水平選択スイッチ
- 9 出力回路
- 10 出力ビデオライン

13 水平選択切換回路

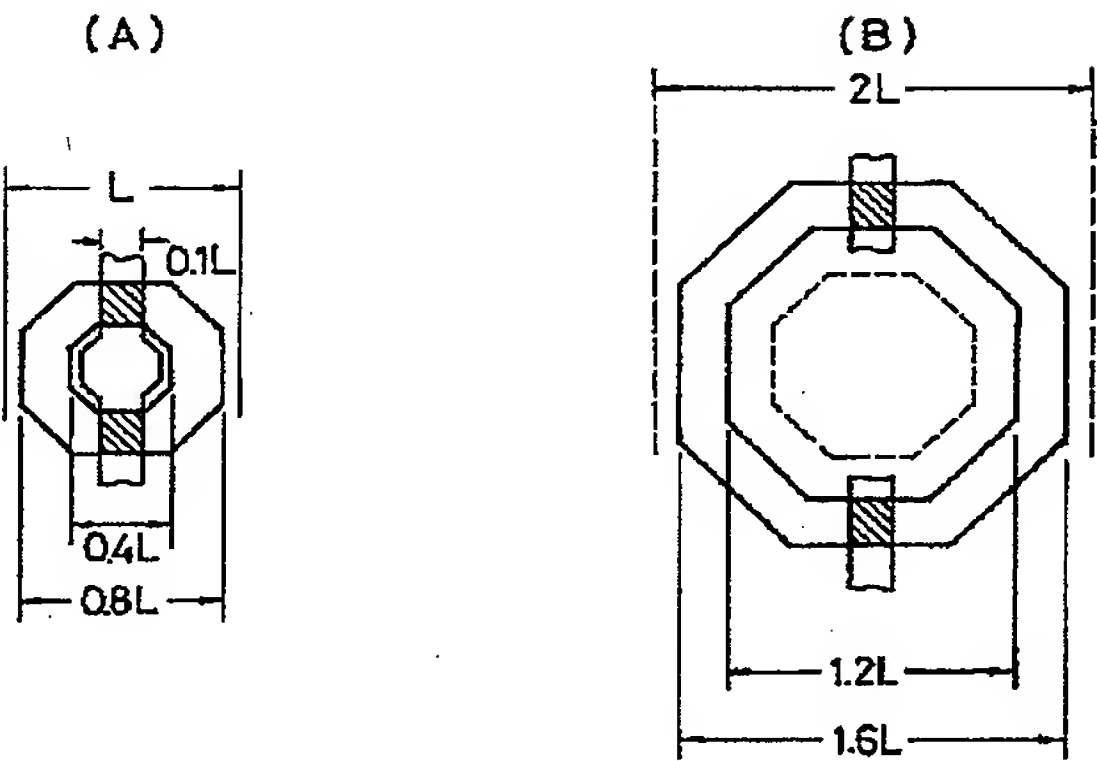
14 遅延切換回路

【図1】

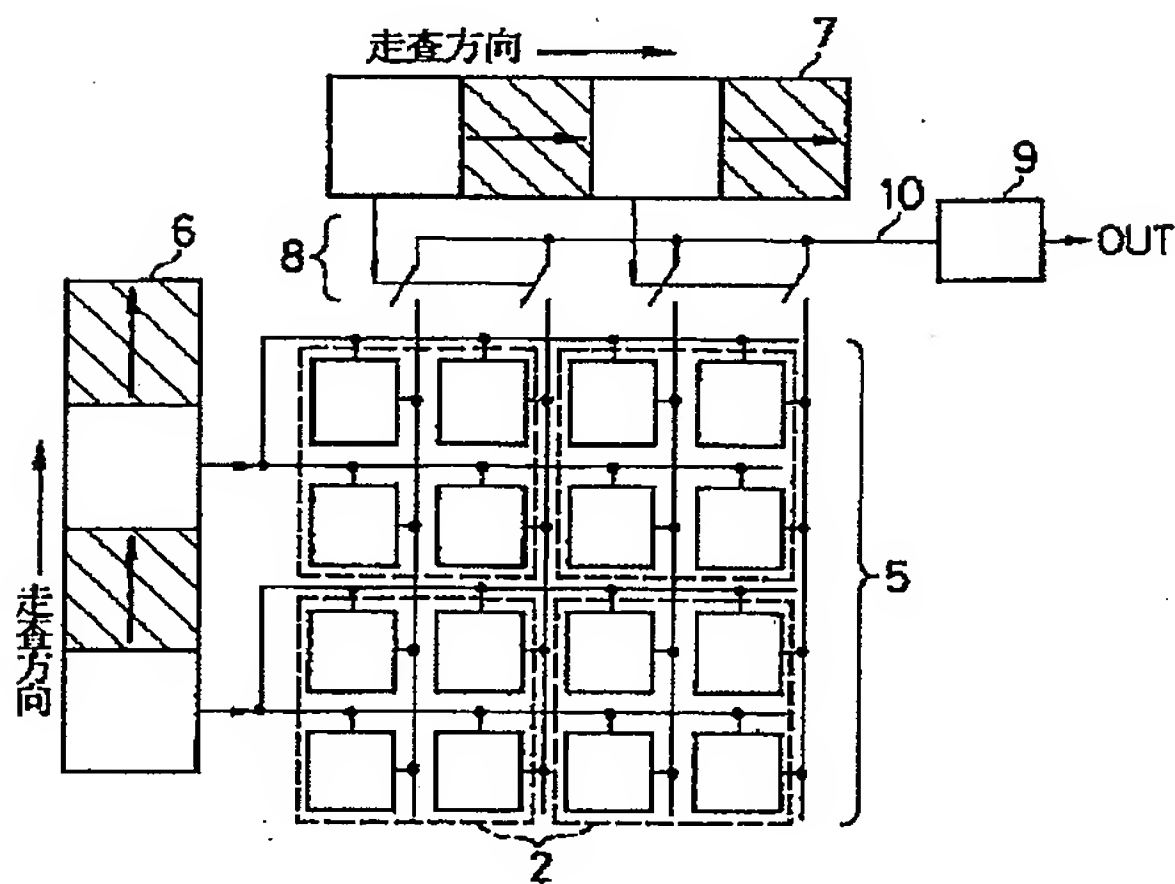


1 : 微小画素 3-1, 3-2 : 画素選択線
2 : 単位複合画素 4-1, 4-2 : 垂直信号線

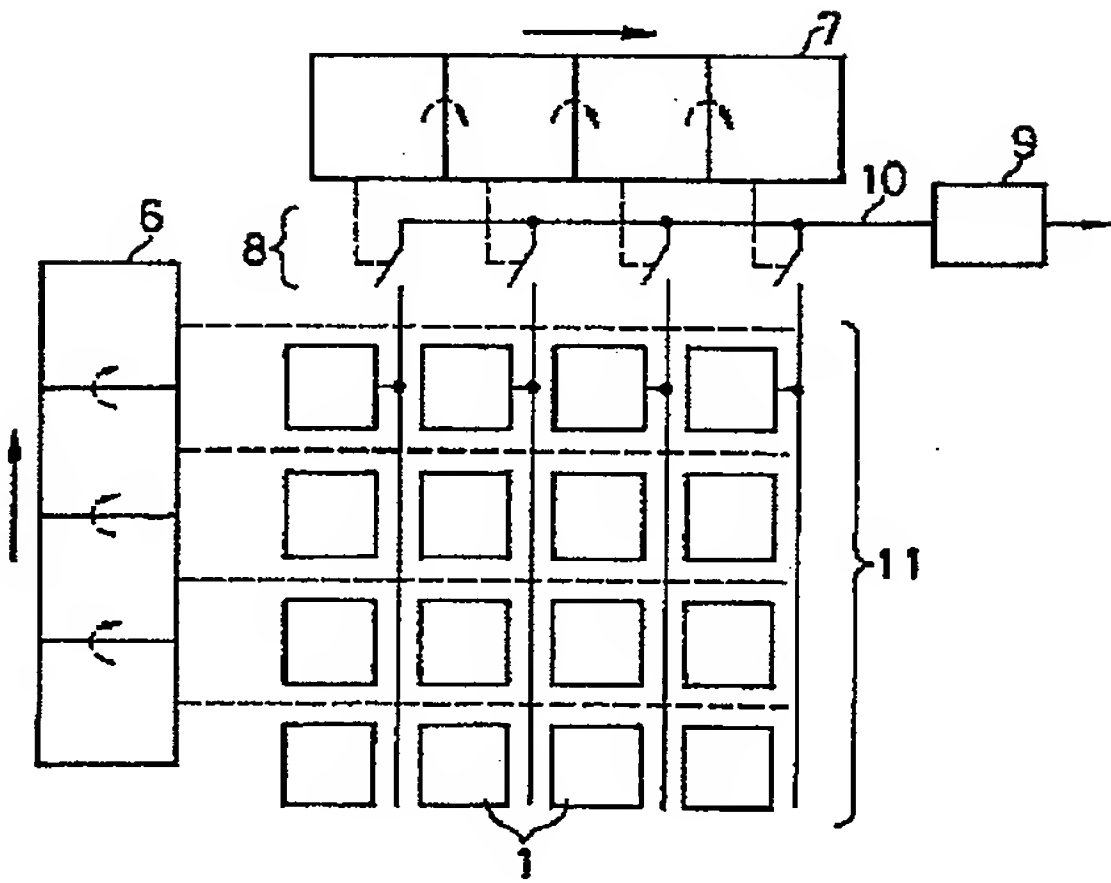
【図2】



【図3】



【図4】



【図6】

